

# Edge Computing en la gestión de tráfico del área metropolitana de Bucaramanga

Anderson G. Rodríguez  
Facultad Fisicomecánicas  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia  
anderson2202025@correo.uis.edu.co

Jose Miguel Pardo  
Facultad Fisicomecánicas  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia  
jose2202004@correo.uis.edu.co

Miguel Fernando Pardo  
Facultad Fisicomecánicas  
Universidad Industrial de Santander  
Bucaramanga, Colombia  
miguel220@correo.uis.edu.co

**Abstract**—Este documento ofrece la visión de una posible solución frente a la problemática de movilidad que vive actualmente el área metropolitana de Bucaramanga, utilizando como tecnología principal el Edge Computing e Inteligencia Artificial, el documento está estructurado a partir de entender cuáles fueron aquellas zonas de alta congestión, los métodos teóricos y asimismo las herramientas necesarias para la solución de dicho problema.

**Index Terms**—traffic, bucaramanga, edge computing, technology, artificial intelligence

## I. INTRODUCTION

El area metropolitana de bucaramanga, comprende municipios como: Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta, su superficie es de  $1.479km^2$ , para el año 2022 se han registrado acerca de 849.000 automores, esto es una cifra alta y que cada día sigue en aumento, lo que conlleva a que exista más flujo vehicular y por ende más congestión en algunos puntos del área metropolitana, es por ello que es necesario pensar en qué tipo de soluciones óptimas se pueden dar para este tipo de casos.

El paradigma de Edge Computing permite la carga de la tarea informática a nodos más cercanos a los dispositivos finales. Por tanto, estas tareas están más cerca de la fuente de datos y aumenta la calidad del servicio ofrecido, edge computing se basa en conceptos similares desplegados dentro de los modelos Cloud.

Por otra parte, para dar solución a la raíz del problema mostraremos como el edge computing debe hacer sinergia con la inteligencia artificial que permitirá una detección más eficiente del caso estudio del problema base.

## II. MÉTODOS Y HERRAMIENTAS

### A. Mapeo e identificación de las zonas de congestión

Figure I

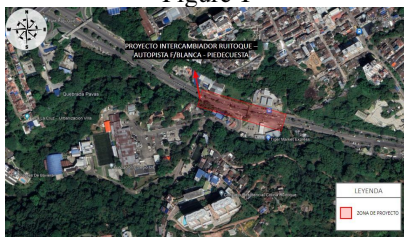


Figure II

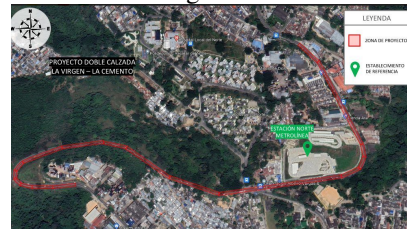
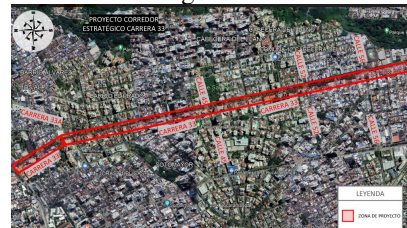


Figure III



Figure IV



### B. Herramientas: Software y Hardware

Dentro del marco metodológico del proyecto, se ha considerado la posibilidad de integrar tecnologías avanzadas proporcionadas por Intel, como la Unidad de Procesamiento Visual (VPU) y Movidius, con el objetivo de potenciar las capacidades del Edge Computing. Estas soluciones se destacan por su capacidad para el procesamiento visual en tiempo real, especialmente en aplicaciones específicas del tráfico urbano, como el reconocimiento de matrículas a través de cámaras de alta resolución, incluyendo cámaras tipo bala de 2 megapíxeles.

En este escenario, se contempla la utilización de herramientas de desarrollo de software de Intel, en particular OpenVino, como una opción para optimizar la implementación de modelos de inteligencia artificial (IA) en estos dispositivos. La

aplicación de OpenVino no solo podría acelerar el rendimiento de los modelos, sino que también facilitaría la integración eficiente en entornos de Edge Computing, potenciando la velocidad y la capacidad de respuesta del sistema.

La combinación de estas tecnologías abre la puerta a la exploración de la inteligencia artificial en el sistema de registro de vehículos, donde la capacidad de la IA para analizar y contextualizar datos recopilados por el sistema Edge es una posibilidad a considerar. Este análisis avanzado podría proporcionar insights valiosos sobre los patrones de tráfico en troncales y avenidas específicas de Bucaramanga, Santander.

### III. ANÁLISIS PREDICTIVO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO

La gestión del tráfico basada en Edge Computing ofrece un enorme potencial, pero no está exenta de los desafíos. Sin embargo, con algunas soluciones, estos desafíos se pueden superar, lo que permitirá desbloquear todo el potencial de esta tecnología.

Es por ello que se plantea el análisis predictivo y de la evaluación de impacto que este puede tener frente al área metropolitana de Bucaramanga.

#### A. Análisis Predictivo

El uso de análisis predictivo en la gestión del tráfico permitirá comprender y gestionar mejor el flujo de tráfico en el área metropolitana, mejorando la eficiencia general de la red de tráfico y reduciendo la posibilidad de atascos y otros problemas relacionados con este.

El análisis predictivo con la ayuda de la inteligencia artificial (IA) utiliza datos de varias fuentes para hacer predicciones sobre eventos futuros se puede utilizar para anticipar patrones de tráfico, identificar cuellos de botella potenciales. Al aprovechar los conocimientos basados en datos del análisis predictivo, obteniendo una comprensión más completa del estado actual de sus redes de tráfico y utilizar esta información para diseñar soluciones más eficaces para la gestión del tráfico.

#### B. Evaluación de Impacto

Con respecto a esta evaluación de impacto el edge Computing es una arquitectura de computación distribuida que acerca la computación en la nube a los usuarios finales y sus dispositivos. Al alojar aplicaciones y datos más cerca del borde de la red, se reduce la latencia y se mejoran los tiempos de respuesta, sin embargo, debe ser una tarea también administrativa, como por ejemplo las Direcciones de Tránsito para que esta evaluación de impacto se materialice con la acciones inmediatas para poder tener una evaluación positiva.

### IV. DESAFÍOS

Uno de los desafíos más importantes para la gestión del tráfico basada en la computación perimetral es la falta de un sistema unificado. Actualmente, las ciudades y las empresas utilizan diferentes sistemas, lo que puede dificultar el intercambio de datos y la comunicación entre ellos. Esto puede crear un sistema ineficiente, así como posibles problemas de seguridad.

### V. COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

Para poder hablar de costos, se hace la referencia no a un costo económico, porque este trabajo de investigación no se puede materializar y todo es conceptual, es por ellos que definiremos los siguientes costos:

#### A. Infraestructura Edge

a) *Dispositivos Edge*: Los costos asociados con la adquisición de hardware específico que mencionamos anteriormente para implementar, como servidores Edge, gateways, sensores, cámaras y otros dispositivos necesarios para la gestión de tráfico.

b) *Conectividad Edge*: Los costos asociados con la conectividad de red para garantizar la comunicación eficiente entre los dispositivos Edge y otros componentes del sistema.

#### B. Seguridad

a) *Soluciones de Seguridad*: Los costos asociados con la implementación de medidas de seguridad, como firewalls, cifrado de datos y protección contra amenazas, para garantizar la integridad y confidencialidad de la información de tráfico.

##### 1) Gestión y Mantenimiento:

a) *Personal de Soporte*: Los costos asociados con la contratación y formación de personal para el mantenimiento y soporte continuo de la infraestructura Edge.

b) *Actualizaciones y Parches*: Los costos relacionados con la implementación de actualizaciones de software y parches de seguridad.

#### C. Escalabilidad

a) *Licencias y Hardware Adicional*: Los costos que pueden surgir al escalar la implementación para manejar un mayor volumen de tráfico.

### CONCLUSIONS

- 1) Edge Computing transforma la gestión del tráfico al procesar datos más cerca de la fuente permitiendo un análisis rápido y eficiente, facilitando decisiones oportunas y respuestas más efectivas, reduciendo la congestión y mejorando el flujo de tráfico.
- 2) Debido a la falta de un sistema unificado se presenta un intercambio limitado de datos, lo que causa ineficiencia y problemas de seguridad.
- 3) El análisis predictivo, parte de la inteligencia artificial, ayuda a anticipar patrones de tráfico y a mejorar la eficiencia de la red.
- 4) Si se llegara a resolver el desafío, el Edge Computing sería la mejor solución para el tráfico en Bucaramanga, ya que mejora la interoperabilidad, favorece la toma de decisiones y optimiza los recursos permitiendo así una mejor movilidad en la ciudad.

### ACKNOWLEDGMENT

Agradecemos al profesor Pablo por su dedicación y paciencia en enseñar con pasión.

## REFERENCES

- [1] Edge computing: An overview of framework and applications - prace (no date) Prace. Available at: <https://prace-ri.eu/wp-content/uploads/Edge-Computing-An-Overview-of-Framework-and-Applications-1.pdf> (Accessed: 02 December 2023).
- [2] A. L. C. Acuña, "Ranking de las zonas más congestionadas del área metropolitana de Bucaramanga - AMB," AMB, Mar. 16, 2023. <https://www.amb.gov.co/ranking-de-los-tramos-viales-mas-congestionados-del-area-metropolitana/>
- [3] J. P. L. Pérez, J. Díaz, J. Berrocal, R. López-Viana, and Á. González-Prieto, "Edge computing," *Computing*, vol. 104, no. 12, pp. 2711–2747, Jul. 2022, doi: 10.1007/s00607-022-01104-2.
- [4] Organization name, "Edge Computing e Inteligencia Artificial, ¿cómo convergen estas tecnologías?," Organization Name. <https://www.se.com/co/es/about-us/newsroom/news/press-releases/edge-computing-e-inteligencia-artificial->
- [5] N. Hassan, K. -L. A. Yau and C. Wu, "Edge Computing in 5G: A Review," in *IEEE Access*, vol. 7, pp. 127276-127289, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2938534.
- [6] J. Yang and H. Suo, "Intelligent Traffic Signal control system based on edge computing and big data," *Journal of Physics*, vol. 1624, no. 3, p. 032039, Oct. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1624/3/032039.
- [7] M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.